

ДИНАМИКА развития зоопланктона В ЗОНЕ КОВШЕВОГО ВОДОЗАБОРА НФС-5 МУП г. НОВОСИБИРСК «ГОРВОДОКАНАЛ»

В течение 2008 г. проведен мониторинг качественного и количественного состава зоопланктона в зоне действия водозаборов насосно-фильтровальной станции (НФС-5) г. Новосибирск. Проведена оценка внутригодовой динамики численности, биомассы и видовой структуры зоопланктона в зоне действия водозабора в зависимости от ряда абиотических параметров (уровень воды, температура и др.). Полученные данные позволяют моделировать процессы развития зоопланктона в зоне проведения работ, прогнозировать периоды резкого увеличения численности и биомассы разных таксономических групп, своевременно планировать и регулировать работы по очистке гидротехнических сооружений от накопления биотических компонентов.

Введение

Взадачи технической гидробиологии включена, в первую очередь [1], борьба с биологическими помехами, как явлением взаимодействия биологических объектов с элементами техно-антропогенного характера. В нашем случае это взаимодействие зоопланктона с системами водоподготовки, водоочистки и водоснабжения городских водозаборов г. Новосибирск, расположенных на р. Обь в 30 км ниже плотины ГЭС. В осенний период 2007 г. возникли проблемы, связанные с массовым осаждением на песчано-гравийных фильтрах насосно-фильтровальных станций (НФС) № 1 и № 5 МУП г. Новосибирск «Горводоканал» большого количества органической массы, образованной, главным образом, зоопланктонными организмами. Исследования проведены с целью заблаговременного выявления и предупреждения в последующем подобной критической ситуации.

Н.И. Ермолаева*,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук (Новосибирский филиал)

Материалы и методы исследования

Сбор зоопланктона производили в зоне действия водозабора НФС-5, а также на фоновых участках русла Верхней Оби — нижнем бьефе Новосибирской ГЭС и близ Октябрьского моста, путем процеживания 50-100 л воды через сеть Ашштейна с последующей фиксацией 4 % р-ром формальдегида [2]. Изучение таксономического состава и подсчет численности зоопланктона в пробах проводили в камере Богорова с использованием определителей [3-8].

Результаты и их обсуждение

В 2008 г. с января по декабрь включительно проведены 49 серий отбора проб с фильтров НФС-5, из ковша (первый подъем до насосов) и с фонового участка основного русла р. Обь (рис. 1).

В январе и в феврале в пробах преобладали веслоногие ракообразные (Cyclopoida). Доля взрослых экземпляров (размер 1,0-2,5 мм) в начале января не превышала 10-15 % от общей численности, а начале февраля составляла порядка 25 %. К концу зимы наблюдался спад численности крупных рачков, обусловленный снижением сезонного размножения *Cyclops strenuus*. Основу зоопланктонного сообщества составляли мелкие ракообразные на ранних науплиальных стадиях и коловратки. Регулирование численности этих форм можно осуществлять путем периодического хлорирования или жесткого ультрафиолетового облучения воды. В столбе воды над фильтрами существенного увеличения численности зоопланктона не наблюдалось.

*Адрес для корреспонденции: hope@iwep.nsc.ru

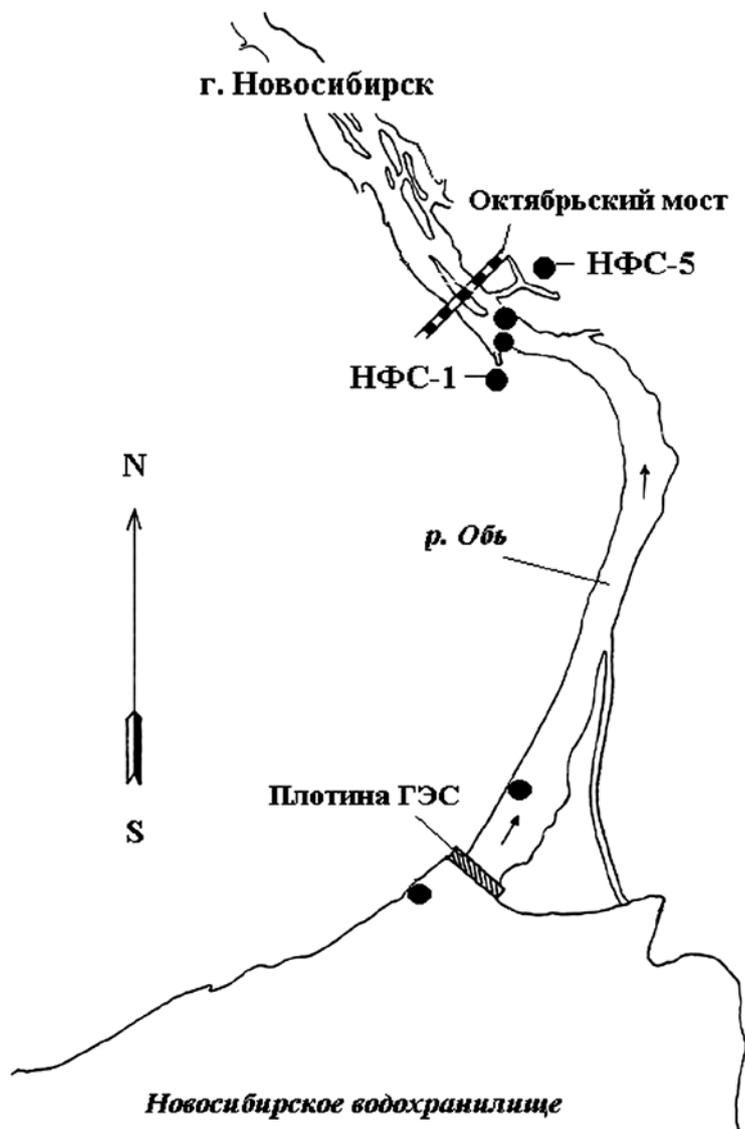


Рис. 1. Схема отбора проб.

Для сравнения структуры зоопланктонного комплекса на пространственно удаленных участках основного русла реки вне зоны действия водозаборов провели серию отбора образцов на отрезке основного русла реки от нижнего бьефа Новосибирской ГЭС до Октябрьского моста (напротив НФС-5, выше канала водозабора). В зимний период существенных различий в структуре зоопланктона на всех фоновых участках русла не выявлено, что позволяет получать репрезентативные данные на любой площади основного русла реки от нижнего бьефа Новосибирской ГЭС до каналов водозаборов.

В марте и в апреле в пробах преобладали веслоногие раки (Cyclopoidea). Доля взрослых экземпляров (размер 1,0-2,5 мм) в начале марта в р. Обь составляла порядка 10 %

от общей численности, в ковше водозабора — до 25 %, к середине месяца доля взрослых циклопов в ковше составляла около 30 %, в р. Обь не превышала 4 % от общей численности. Численность коловраток по сравнению с зимним периодом оставалась на том же уровне. Ветвистоусые ракообразные в условиях низкой температуры воды встречались единично и в ковш водозабора практически не попадали. По мере таяния льда и резкого повышения мутности воды в результате поступления паводковых вод над фильтрами водозаборов, а также в «ковше» и основном русле реки имело место резкое снижение численности зоопланктона. Следовательно, в период поступления паводковых вод в русло реки засорение фильтров водозабора планктонными организмами маловероятно.

В целом, в период ледостава структуру зоопланктона представляли 12 видов — 6 видов Copepoda, 3 вида Cladocera и 3 вида Rotifera. Доминирующий комплекс составили *Mesocyclops leuckartii*, *Paracyclops fimbriatus*, *Cyclops strenuus*, *Cyclops vicinus*, *Eudiaptomus graciloides*.

В мае крупные формы (*Cyclops strenuus*) стали замещаться более мелкими (*Mesocyclops leuckarti*, *Eucyclops serrulatus* и др.) в результате начала их массового размножения.

В связи с быстрым прогревом воды (за 2 недели среднесуточная температура воды поднялась от +4 °С до +16 °С) начало развития весенне-летнего зоопланктона в р. Обь и Новосибирском водохранилище в 2008 г. сместилось на более ранние сроки относительно среднемноголетних показателей. При этом, несмотря на повышенную мутность воды, численность веслоногих и коловраток возросла более чем в 10 раз. Над фильтрами явного роста численности крупного зоопланктона в мае не наблюдалось.

В июне в условиях резкого повышения температуры воды преобладающую группу составили веслоногие ракообразные разных возрастных групп. Кроме того, наблюдался рост численности коловраток, в том числе крупной *Asplanchna priodonta*. На этом фоне отмечен стабильный сезонный рост численности зоопланктона в целом и начало размножения ветвистоусых ракообразных (Cladocera). При этом в канале системы водозабора численность зоопланктона была существенно ниже, чем в основном русле реки. Над фильтрами по сравнению с пре-

Таблица 1

Сравнительные показатели численности зоопланктона на НФС-1 и НФС-5 в июне 2008 г.

Станция отбора	численность зоопланктона, экз./м ³					
	р. Обь		ковш		фильтры	
	общая численность	организмы, крупнее 1 мм	общая численность	организмы, крупнее 1 мм	общая численность	организмы, крупнее 1 мм
НФС-5	11920	2900	15250	1240	1240	130
НФС-1	17260	2660	13360	2160	1480	380

Таблица 2

Сравнительные показатели развития зоопланктона на фоновых участках р. Обь в период паводка (май – июнь) 2008 г.

Группы зоопланктона	Численность, экз./м ³		
	Р. Обь у НФС-5	Нижний бьеф	Верхний бьеф
08.05.2008			
Copepoda, l < 1 мм	220	160	220
Copepoda, l > 1 мм	160	60	120
Cladocera	20	0	0
Rotifera	60	50	100
24.06.2008			
Copepoda, l < 1 мм	28800	27200	75200
Copepoda, l > 1 мм	12500	56400	102400
Cladocera	2230	1680	2800
Rotifera	46330	36800	48400

дыдущим месяцем активного увеличения численности зоопланктона не наблюдалось.

5 июня, помимо контрольных участков, были отобраны пробы на НФС-1 и НФС-5. Судя по одной серии пробоотбора, показатели общей численности зоопланктона и процентное соотношение крупных и мелких организмов на НФС-1 и НФС-5 имели сходный характер (табл. 1). Это означает, что при организации мониторинговых наблюдений вполне репрезентативным материалом выступает сбор и анализ проб в зоне действия какого-либо одного гидротехнического сооружения.

При прохождении водных масс через плотину Новосибирской ГРЭС происходит значительное снижение численности зоопланктона, особенно крупных форм. Однако при сравнении видового и численного состава зоопланктона в нижнем бьефе ГЭС и в районе расположения водозаборов сделан вы-

вод, что различия в структуре зоопланктонного сообщества в период конца весны – начала лета на сравниваемых участках акватории минимальна (табл. 2). Средние показатели численности, а также соотношение основных групп сходны. Таким образом, прогнозирование динамики поступления зоопланктона в район водозабора вполне объективно можно строить на основании данных мониторинга состояния планктона в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС.

В июле в первой половине месяца в пробах преобладали веслоногие ракообразные (Cyclopoida). 31 июля в условиях стагнации и высокой температуры воды зарегистрирован пик численности зоопланктона в ковше и над фильтрами насосной станции НФС-5 за счет включения в сообщество новых генераций ветвистоусых – *Daphnia longispina*. В реке выше канала водозабора столь резкого прироста численности зоопланктона не наблюдалось, как и в водохранилище,

верхнем и нижнем бьефах Новосибирской ГЭС. Разница по численности и биомассе зоопланктона в канале непосредственно в зоне забора воды была на порядок выше, чем в реке. В течение двух недель средняя температура воды в канале водозабора составляла 24–25 °С, дафнии активно росли и размножались в прибрежных участках канала в благоприятных пищевых условиях (на фоне обильного развития фитопланктона). Прирост численности зоопланктона над фильтрами на 95 % происходил за счет прохождения через насосы крупных взрослых особей *Daphnia longispina*. Биомасса крупного зоопланктона составляла 210 мг/м³. В результате сравнительного анализа состава проб было выявлено, что при прохождении через насосы в своем подавляющем большинстве гибнут молодые особи.

В августе в течение всего месяца в пробах преобладали ветвистоусые (Cladocera), доминирующую группу составили *Daphnia longispina* и *Bosmina longirostris*. Эти виды мало устойчивы к механическим воздействиям (разрушаются турбулентным потоком в насосах водозабора), поэтому, несмотря на их высокую численность, как в реке, так и в канале на первом подъеме, на фильтрах оседает относительно небольшое количество живых ракообразных, не создавая, тем самым, помех при фильтрации воды. Погибшие особи в условиях высокого фона температуры воды быстро разлагаются и коагулируют.

По мере понижения температуры воды (от 25 °С до 18 °С) с третьей декады месяца началась существенная перестройка видового состава зоопланктонного сообщества, характерная для сентября — появились покоящиеся яйца (эфиппии) дафний, началось активное размножение веслоногих (*Mesocyclops leuckarti* и *Cyclops vicinus*).

В сентябре по мере понижения температуры воды наблюдалось увеличение численности веслоногих ракообразных как в реке и в канале, так и над фильтрами. Половину численности зоопланктона над фильтрами составляли крупные особи осенней генерации *Daphnia longispina*, большей частью гибнущие в турбулентном потоке при прохождении через насосы (жизнеспособность сохраняют менее 20 % особей, достигших отстойников).

В водохранилище зарегистрировано активное осеннее размножение *Eudiaptomus graciloides*,

Ключевые слова:

водозабор, зоопланктон, мониторинг

массовое развитие которого в 2007 г. привело к забиванию фильтрационной системы водозаборов. В 2008 г. такого массового развития диаптомусов не наблюдалось. Максимальная численность диаптомид на приплотинном участке (верхний бьеф) была зафиксирована 11 сентября и составила 1600 экз./м³, а в нижнем бьефе максимальные показатели не превышали 400 экз./м³. В канале водозабора численность этих ракообразных в течение сентября не превышала 240 экз./м³, а над фильтрами они были впервые зарегистрированы только 28 сентября (10 экз./м³), что не могло затруднить работу водозабора. Массового развития диаптомид в течение осени 2008 г. не наблюдалось.

В октябре в пробах преобладали веслоногие, главным образом крупные *Cyclops vicinus*, *Cyclops strenuus* и *Eudiaptomus gracilis*, доля которых составила около 95 % от общей численности и биомассы зоопланктона.

В ноябре в течение всего месяца в пробах преобладали крупные веслоногие раки *Cyclops vicinus* и *Cyclops strenuus*, наблюдалось их активное размножение. В первой половине месяца в пробах еще единично встречались ветвистоусые рачки *Daphnia longispina* и *Bosmina longirostris*; коловратки встречались единично. Основная численность зоопланктона над фильтрами была обеспечена взрослыми и копепоидными стадиями циклопов. Численность крупных особей зоопланктона над фильтрами в течение всего месяца оставалась стабильной и не мешала работе очистной системы.

В декабре в течение всего месяца в пробах преобладали крупные веслоногие раки *Cyclops vicinus* и *Cyclops strenuus*, продолжалось их активное размножение. По сравнению с ноябрьскими наблюдениями, отмечено снижение числа крупных циклопов над фильтрами.

В водохранилище активного развития циклопов не наблюдалось. Основная часть зимней популяции составляли взрослые особи циклопов. Однако темпы их размножения существенно замедлились, что означает отсутствие роста численности веслоногих раков в условиях формирования ледового покрова. Учитывая, что крупные ветвистоусые из состава сообщества выпали, зимние генерации мелких дафний на работу фильтров повлиять не могут.

В ноябре и декабре зоопланктонн сообщество р. Обь и канала НФС-5 практически

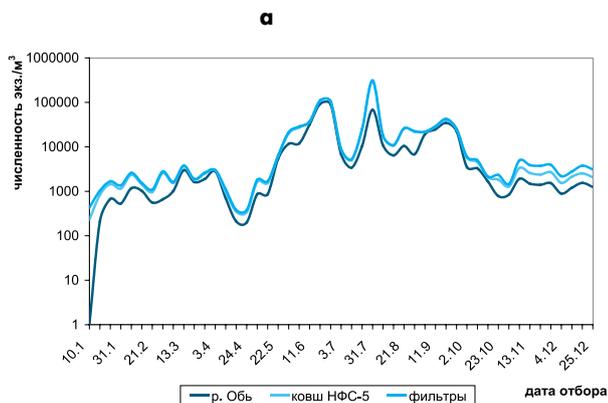


Рис. 2. Сезонные изменения общей численности зоопланктона (а) и его крупных форм (б).

не отличалось ни по количественному, ни по видовому составу, т.е. при низких температурах и подо льдом трансформации зоопланктона при прохождении через канал не наблюдается.

Обобщая полученные результаты, отметим, что развитие зоопланктона в 2008 г. происходило в соответствии с многолетними данными, наблюдались значительные сезонные отличия количественных показателей и видового состава. Максимальные показатели численности зоопланктона отмечены в июле — августе 2008 г. в период достижения максимальных уровней и относительно высоких температур. При этом прирост численности часто обеспечивался личиночными стадиями циклопов и дафний, поэтому графики сезонного изменения численности общего зоопланктона и крупных форм, соз-

дающих проблемы для работы фильтров, не совсем совпадают (рис. 2). Осенью, зимой и весной основу численности и биомассы зоопланктона составляют веслоногие рачки *Cyclops* и *Diatomus*, которые достаточно устойчивы к воздействию турбулентности и кавитации. Основу летней биомассы составляют ветвистоусые рачки, большая часть которых гибнет при прохождении через насосы насосно-фильтровальной станции, не создавая проблем с коагулированием.

Над фильтрами, таким образом, в течение года ситуация была почти стабильная (рис. 3). Численность крупных особей не превышала в среднем 100 экз./м³. Два пика в июле и в сентябре обеспечены различными причинами — в июле произошло массовое развитие крупных дафний непосредственно в канале перед ковшом первого подъема, в сентябре произошел массовый сброс зоопланктона в реку из водохранилища, связанный с началом осенних попусков воды. В обоих случаях численность зоопланктона перед ковшом была настолько велика, что гибель 90 % крупных особей при прохождении через насосы все же не обеспечила достаточного падения численности зоопланктона над фильтрами.

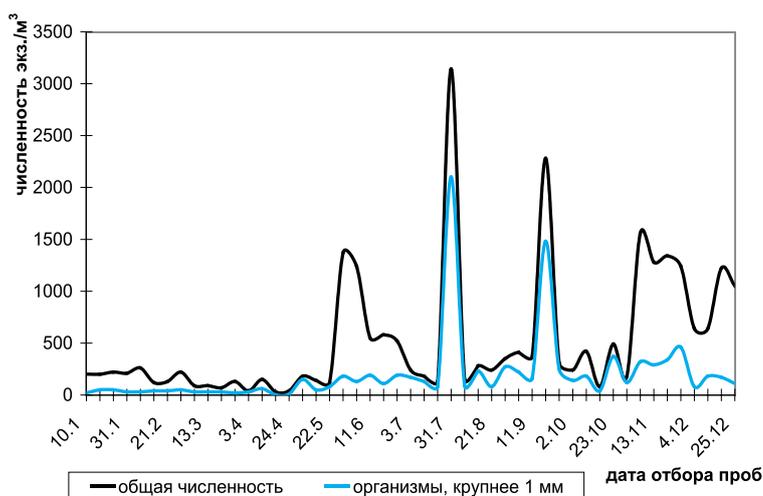


Рис. 3. Динамика численности зоопланктона над фильтрами НФС-5.

Несмотря на некоторые подъемы численности зоопланктона в течение года, нарушения работы фильтров на НФС-5 не происходило. Массового сброса крупных веслоногих рачков в позднеосенний и зимний период 2008-2009 гг. в нижний бьеф не произошло, поскольку в водохранилище они не развились. В нижний бьеф поступает, как правило, не более 50 % захваченных с водой зоопланктонов, остальные погибают при воздействии кавитации и турбулентных по-

токов в турбинах. При отсутствии прямого сброса воды до канала НФС-5 и НФС-1 доходит примерно 250-300 экз./м³ крупных циклопов. До фильтров доходит не более 100 экз./м³, что в настоящий момент не создает критической ситуации.

Проведен анализ ряда факторов, влияющих на развитие зоопланктона в водохранилище, нижнем бьефе ГЭС, в р. Обь и в каналах водозаборов НФС-5 и НФС-1. Ниже приведены выявленные основные закономерности динамики развития структурно-функциональной организации зоопланктона в зависимости от параметров внешней среды в межсезонном аспекте.

Сбросы воды через плотину не оказывают влияния на количественные показатели зоопланктона (рис. 4). Падение численности в апреле – мае является сезонным и не связано с повышением сбросов.

Развитие зоопланктона зависит от температуры воды. Рост численности всех групп наблюдается при повышении температуры воды до 15-16 °С. Летний пик численности и биомассы зоопланктона обеспечен, главным образом, ветвистоусыми рачками и коловратками (рис. 5).

Развитие зоопланктона в водохранилище, а соответственно и сток в нижний бьеф, зависит от уровня воды. При резких колебаниях уровня происходит снижение общей численности зоопланктона, особенно крупных фильтраторов. При стабилизации уровня происходит резкий подъем численности всех таксономических групп. (рис. 6).

В 2007 г. проблемы при работе водозаборов были обусловлены высокой численностью веслоногих рачков циклопов и диаптомусов, которые поступили в каналы водозабора с осенними попусками воды через ГЭС.

Развитие циклопов зависит как от температурных условий, так и от кормовой базы. Основной их пищей являются мелкие коловратки и молодь ветвистоусых рачков. В июле – августе происходит активный рост численности веслоногих рачков в застойных мелководных зонах водохранилища. Циклопы отличаются наиболее длинным циклом развития по сравнению с другими таксономическими группами зоопланктона, поэтому запасы биомассы, которые формируются в конце лета, при осенних сбросах воды поступают в нижний бьеф. Поскольку

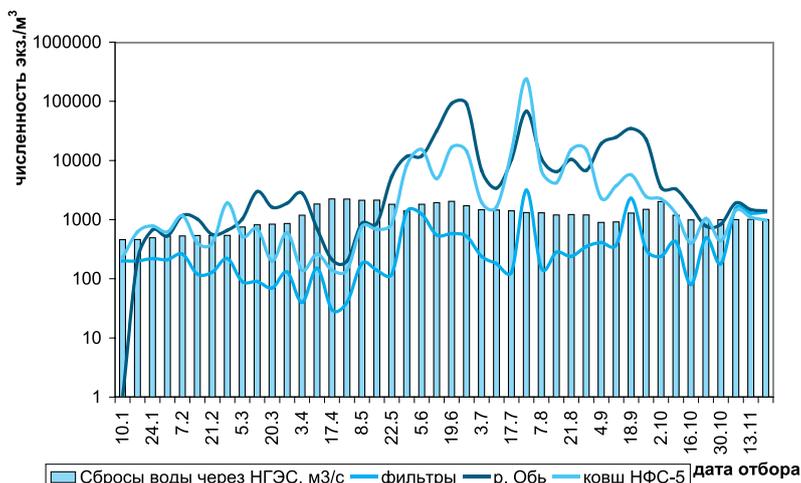


Рис. 4. Зависимость численности зоопланктона в нижнем бьефе ГЭС, в р. Обь у НФС-5 и в ковше водозабора НФС-5 от сбросов воды через ГЭС.

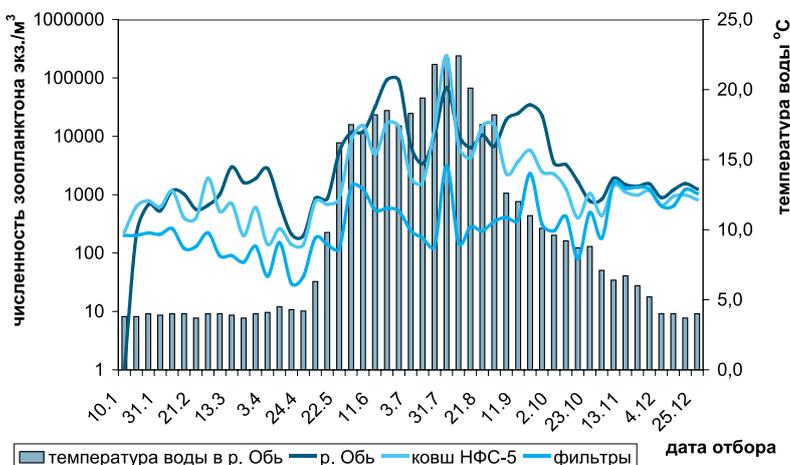


Рис. 5. Зависимость количественных показателей зоопланктона от температуры воды.

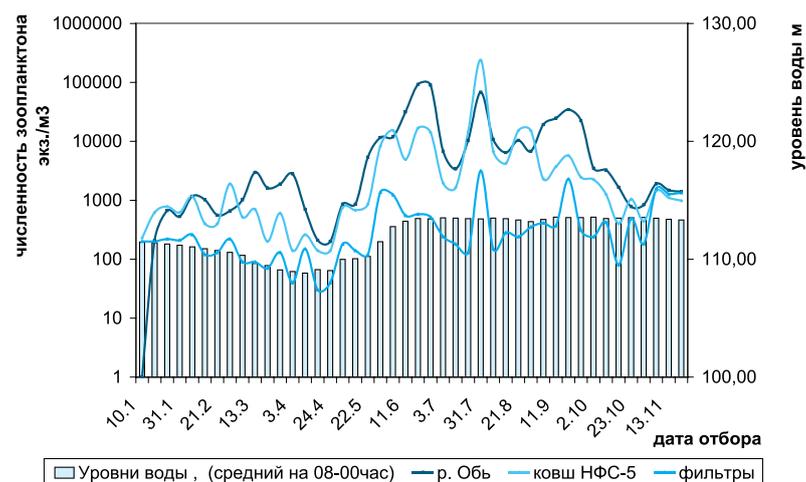


Рис. 6. Зависимость численных показателей зоопланктона от уровня воды в верхнем бьефе ГЭС.

циклопы являются наиболее устойчивыми к воздействию турбулентного потока и кавитационных сил, образующихся в турбинах, они с минимальными потерями доходят до зоны ковшевых водозаборов.

Диатомусы являются детритофагами. Их пик численности может быть вызван повышением поступления аллохтонного вещества в водохранилище, как с боковым притоком, так и с плоскостным смывом (частые дожди). В 2007 г. наблюдался повышенный уровень осадков в летний период. Цикл развития диатомид составляет до 90-120 сут. Соответственно, как и в случае с циклопами, основная биомасса, поступающая на фильтры водозаборов, формируется в летний период.

Таким образом, проводя исследования по численному развитию веслоногих рачков на мелководных участках Новосибирского водохранилища в августе — сентябре, можно прогнозировать их поступление на фильтры водозаборов в осенний период.

Заключение

Полученные результаты показывают необходимость организации постоянно действующей точки мониторинга структурно-функциональной организации планктонных сообществ в зоне действия водозаборов. Прогнозирование динамики поступления зоопланктона в район водозабора вполне объективно можно строить на

основании данных мониторинга состояния планктона в нижней части водохранилища или нижнего бьефа Новосибирской ГЭС.

Литература

1. Винберг Г.Г. Гидробиология как экологическая наука. // Гидробиол. журн. 1977. Т. 13, № 5. С. 5-15.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: Мин-во рыб. хоз-ва РСФСР, ГосНИОРХ, Зоол. ин-т АН СССР, 1982. 118 с.
3. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.- Л.: Наука, 1964. 326 с.
4. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 744 с.
5. Рылов В.М. Пресноводные Calanoida СССР. Пресноводная фауна. Л.: АН СССР 1930. Вып. 1. 318 с.
6. Рылов В.М. Cyclopoida пресных вод. Фауна СССР. Новая серия, № 35. Ракообразные, М.- Л.: АН СССР, 1948. Т. III, Вып. 3. 416 с.
7. Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель Calanoida пресных вод СССР. С-Пб.: Наука, 1991. 504 с.
8. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. (Планктон и бентос). М.: Гидрометеиздат, 1977. 463 с.



N.I. Ermolaeva

DEVELOPMENT DYNAMICS OF ZOOPLANKTON IN BUCKET WATER SUPPLY INTAKE (PFP-5 MUE OF "GORVODOKANAL') ZONE OF NOVOSIBIRSK CITY

Quality and quantity composition monitoring of zooplankton in intake zone of pump-filtration plant(PFP-5) of Novosibirsk city was carried out in 2008. In the intake zone annual dynamics of zooplankton number, biomass and specie structure was estimated depending on abiotic parameters such as water level, temperature and others. Obtained data allow to model zooplankton development, to forecast periods of sharp number and biomass increasing of different taxonomic groups and to plan and regulate water cleaning by water-development works from biotic component accululation.

Key words: waterscoop, zooplankton, monitoring